РЕФЕРАТ

Автомобильный транспорт является важным звеном производства. От эффективной его работы в значительной мере зависит снижение себестоимости продукции, своевременная перевозка грузов и пассажиров, что существенно сказывается на производственных и хозяйственно-бытовых процесса. Именно для того, чтобы автомобили обладали высокой экономичностью, надежностью, долговечностью и более высокой производительностью в систему технического обслуживания и текущего ремонта внедряют средства технического диагностирования.

Целью настоящего дипломного проекта является разработка участка обкатки и испытания ДВС с последующим его внедрением в процесс в ГУП УР ИПОПАТ.

Ключевыми словами дипломного проекта являются: техническое обслуживание, ремонт, обкатка, испытание, двигатель внутреннего сгорания, стенд обкаточно-тормозной, эффективность, производительность, экономичность, безопасность, экология, самоокупаемость, прибыль.

Дипломный проект содержит \_\_\_\_ страниц текста пояснительной записки. В ней также содержится 15 таблиц. К пояснительной записке прилагаются чертежи в количестве 9 штук формата А1.

При написании проекта было использовано 32 источника литературы.

В первом разделе проводится анализ хозяйственной деятельности предприятия.

Во втором разделе пояснительной записки проводится кратких обзор литературных источников, используемых для проектирования.

Третья часть содержит организацию и технологию проведения обкатки и испытания ДВС с указанием используемого оборудования.

В четвертом разделе рассчитывается производственная программа по техническому обслуживанию и ремонту, производится выбор способа производства.

В пятом разделе описывается применяемое оборудование и рассчитывается площадь участка обкатки и испытания ДВС, необходимого для проведения данных работ.

В шестом разделе дипломного проекта разрабатывается рама и соединительное устройство обкаточно-тормозного стенда, обеспечивающие более качественное и доступное проведение обкатки и испытаний ДВС. Также в данном разделе приведена технико-экономическая оценка конструкции.

Седьмой раздел называется безопасность жизнедеятельности на производстве. В нем рассмотрена пожарная безопасность, требования охраны труда во время начала работы, непосредственно на работе и по ее окончании, анализ условий труда, производственного травматизма и заболеваемости.

Восьмой раздел включает в себя мероприятия по охране окружающей среды.

В девятом разделе приводится эффективность освоения в производстве средств технического обслуживания и ремонта.

Введение

Использование автотранспорта постоянно возрастает. Немалое значение отводится автомобильному транспорту в вопросах рейсовых и маршрутных перевозок пассажиров. Доля транспортных расходов в перевозках пассажиров составляет от 15 до 40 %.

Уменьшения стоимости транспортных операций можно добиться несколькими путями. Один из таких путей – совершенствование технической эксплуатации автомобилей. Улучшение технической эксплуатации автомобилей позволяет снизить расходы на топливо и смазочные материалы, на амортизационные отчисления и непосредственно на текущий ремонт (ТР) и техническое обслуживание (ТО).

Для решения всех этих вопросов, а также для поддержания автомобилей в исправном состоянии большое значение имеет внедрение диагностирования.

Эксплуатация технически неисправного автомобиля нерентабельна (резко возрастает возможность отказа, увеличиваются эксплуатационные расходы), вредна (усиливается загрязнение окружающей среды) и опасна для владельца и других членов общества (особенно, если эти неисправности связаны с системами автомобиля, влияющими на безопасность движения). Несвоевременное и некачественное проведение профилактических работ (ТО, диагностирование) вызывает повышенный износ деталей, агрегатов и преждевременный выход их из строя.

На предприятиях, внедривших техническое диагностирование, удалось продлить срок службы многих агрегатов автомобилей до ремонта без снижения их эксплуатационных капитальных ремонт (КР), после проведения необходимых регулировок, выявленных при диагностировании, продолжали надежно работать.

Разработкой методов и средств технического диагностирования в нашей стране занимается ряд крупных научно-исследовательских и учебных институтов и лабораторий.

Существующая система ТО и ремонта автомобилей включает в себя широкое внедрение средств технического диагностирования в технологический процесс ТО и ТР. Диагностирование обеспечивает значительную экономию средств на содержание автомобилей за счет сокращения их простоя на время обслуживания и ремонта, выполнения действительно необходимых регулировочных и ремонтных операций, сокращение расхода запасных частей и горюче-смазочных материалов (ГСМ).

1. Цели и задачи проекта

Цель дипломного проекта: разработка участка обкатки и испытания ДВС и совершенствование обкаточно-тормозного стенда в моторном цехе, с последующим его внедрением в процесс технического обслуживания и ремонта в ГУП Ур ИПОПАТ.

Задача дипломного проекта:

1. Провести анализ хозяйственной деятельности;
2. Разработать технологический процесс обкатки и испытания ДВС;
3. Рассчитать годовую производительную программу моторного цеха;
4. Выполнить объемно-планировочное решение;
5. Разработать более совершенную конструкцию обкаточно-тормозного стенда;
6. Разработать ряд мероприятий по улучшению состояния охраны труда на предприятии;
7. Проанализировать экологическую обстановку;
8. Рассчитать технико-экономическую эффективность проекта.

2. Краткий обзор литературы

Основная литература, используемая в данном дипломном проекте, и ее краткое содержание приведены ниже.

В книге [1] рассмотрены организационные, технологические, технические, управленческие и экономические факторы деятельности производственно-технической службы предприятия по обеспечению эксплуатационной надежности подвижного состава автомобильного транспорта. Значительное внимание уделено ТО и ремонту автотранспортных средств и обеспечению безвредной работы автомобилей.

В справочнике [3] приведены технические характеристики автомобилей и двигателей, квалификация и характеристики систем питания, смазки и т.д. Приведены зазоры газораспределительных механизмов двигателей разных марок. Также приводятся данные по мощности ДВС. Кроме того, в нем говорится, что применение средств механизации при техническом обслуживании и ремонте автомобилей требует от рабочих знаний по устройству автомобилей, технологическим процессом ТО и ремонта, умения использовать современные диагностические средства и приборы, инструменты и приспособления.

Основная цель работы [25] – дать всесторонние ответы на вопросы, как организовать работу по предупреждению несчастных случаев и как управлять безопасностью труда на АТП. Такой подход позволяет значительно повысить эффективность и качество работы всех служб АТП в деле профилактики производственного травматизма. При написании книги были использованы методология системного подхода и принципы целевого управления применительно к рассматриваемой проблеме, а также передовой опыт АТП Министерства автомобильного транспорта Украины, в аппарате которого автор работал длительное время в области охраны труда.

Авторы литературного источника [13] – кандидаты технических наук, доценты – рассматривают пути и средства повышения качества ремонта техники в мастерских, основываясь на передовом опыте. Указывают на причины брака в работе и рекомендуют способы по его предупреждению. Приводят некоторые справочные материалы по контролю качества ремонта для практического использования в мастерских. Книга предназначена для работников ремонтных служб, полезна также студентам факультетов механизации сельскохозяйственных вузов и техникумов.

В книге [32] – подробно рассматриваются свойства различных материалов, как действуют на них внешние нагрузки, приведены формулы расчетов на растяжение и сжатие, на изгиб, на кручение и т.д. Данные формулы позволяют рассчитать конструкцию на прочность, что в свою очередь влияет на безопасность работы самой конструкции и т.д.

В источнике [17] под редакцией Канарева Ф.М. изложенные законодательные основы охраны труда, организация службы охраны труда, научные и практические основы по снижению травматизма и заболеваемости путем проведения организационных, санитарно-гигиенических и технических мероприятий. Значимое место отводится противопожарным мероприятиям.

В источнике [18] под редакцией академика РАСХН, доктора технических наук, профессор В.И. Черноиванова приведены общие сведения по обкатке и испытанию ДВС, технические характеристики обкаточно-тормозных стендов, допускаемые моменты прокручивания коленчатых валов дизелей, а также режимы холодной обкатки, на холостом ходу и под нагрузкой двигателей.

3. Организация и технология обкатки двигателей внутреннего сгорания

3.1 Общие сведения

Обкатка машин, агрегатов, узлов – это специальная технологическая операция, задача которой состоит в том, чтобы при определенных, специально установленных, минимальных во времени режимах подготовить машину, агрегат к восприятию эксплуатационных нагрузок, устранить мелкие неисправности, удалить продукты износа, интенсивно выделяющийся во время приработки трущихся пар с целью последующей надежной работы машины.

Особенность обкатки состоит в том, что она связывает ремонт эксплуатацию, являясь завершающей ремонтной операцией и начальной операцией использования изделия.

В период обкатки происходит приработка деталей, то есть интенсивное разрушение шероховатостей трущихся поверхностей в результате металлических и молекулярных связей и механического зацепления мельчайших частиц поверхностей трения.

В процессе приработки сопряжений происходит трансформация поверхностного слоя: изменяются величина и направленность микропрофиля, уменьшаются макрогеометрические отклонения формы. Увеличиваются зазоры, ослабляются натяги, изменяются микротвердость, структура поверхностного слоя. Приработка сопряжений завершается при стабилизации указанных и других характеристик.

Происходящая в процессе приработки пластическая реформация сопровождается упрочнением – повышением износостойкости поверхностей трения.

Никакими видами технологической и химико-термической обработки нельзя создать такое состояние поверхностей трения, какое обеспечивается приработкой.

В процессе приработки происходит два одновременных процесса – макро- и микроприработка, причем продолжительность первой значительно больше, чем второй. По мере приработки происходит увеличение площади прилегания и уменьшение скорости износа поверхностей трения. Исходные макро- и микрогеометрия определяют время приработки и начальный износ. Не только более грубая, но и более чистая обработка ухудшает процесс приработки. При этом независимо от первоначальной шероховатости для одного и того же нагрузочно-скоростного режима работы устанавливается определенная шероховатость в сопряжении.

Однако продолжительность и качество приработки сопрягаемых деталей зависят от исходных значений чистоты рабочих поверхностей и микротвердостей. Приработка сопряжений с низкими исходными значениями шероховатостей деталей является наиболее продолжительной и сопровождается большой интенсивностью изнашивания, как за счет механического взаимодействия, так и за счет пластической деформации.

Приработка таких деталей с высокой исходной чистотой поверхностей менее продолжительна и протекает с меньшей интенсивностью изнашивания.

Отсюда следует вывод: значения исходных шероховатостей сопрягаемых деталей перед обкаткой агрегатов должны быть по возможности близкими к их микронеровностям после приработки.

Например, исходная оптимальная шероховатость рабочей поверхности юбки поршня перед сборкой двигателя должна находиться в пределах

*R*a = 0,35…0,75 мкм; компрессионных поршневых колец – *R*a = 0,15…0,45 мкм; цилиндров – *R*a = 0,2…0,3 мкм.

Общепринятым при назначении режимов обкатки агрегатов считается постепенное наращивание скоростей и удельных нагрузок на детали прирабатываемых сопряжений.

Приработка на одном нагрузочно-скоростном режиме не подготавливает сопряжение к восприятию эксплуатационных нагрузок и скоростей. Получаемая при этом микрогеометрия поверхностей трения будет соответствовать только этому режиму нагружения и при изменении его (режима) будет изменяться и микрогеометрия трущихся поверхностей деталей. Поэтому приработку сопряжений надо вести при переменном режиме, получаемом изменением нагрузки и скорости передвижения трудящихся поверхностей относительно друг друга.

Начинать приработку надо с минимальных значений нагрузок и скоростей на детали агрегата, указанных в технических условиях, и доводить их до максимальных постепенно, ступенями.

Приработка поверхностей трения должна протекать в смазочной среде при наличии масляной пленки между сопрягаемыми деталями. Минимальная толщина *t* масляной пленки зависит от высоты микронеровностей обеих трущихся поверхностей *h*т, диаметра абразивных частиц *d*, деформации деталей за счет силовых и тепловых воздействий *h*д. На толщину масляной пленки и на процесс приработки оказывает влияние также качество смазки (вязкость масла, его состав, маслянистость и т.д.), температура и давление подачи масла.

Масло, применяемое для обкатки должно не только обладать хорошей смазывающей способностью, но и хорошо охлаждать трущиеся поверхности, вымывать загрязнения.

Маловязкие масла в достаточном количестве проникают в зазоры между поверхностями трения, поэтому хорошо охлаждают их и вымывают загрязнения из зон трения. Однако из-за их низкой несущей способности создаются предпосылки для возникновения задиров.

С увеличением вязкости масел толщина масляной пленки становится больше и вероятность задиров уменьшается, но хуже отводятся тепло и загрязнения. Для двигателей внутреннего сгорания рациональная вязкость приработочных масел должна быть 6…8 с Ст.

Двигатель внутреннего сгорания обкатывают на электротормозных стендах: КИ-598Б, КИ-2118А, КИ-2139А, КИ-13532 и др.

По окончании обкатки проводят контрольный осмотр и устраняют неисправности.

3.2 Обкатка и испытание двигателей внутреннего сгорания

Двигатели внутреннего сгорания после ремонта обязательно подвергаются обкатке и испытанию. Обкатка и испытания отремонтированных двигателей, с одной стороны, подготавливают к эксплуатации поверхности трения деталей, с другой – определяют показатели и характеристики работы двигателя для объективной оценки качества ремонта. Обкатывают и испытывают двигатели на электротормозных стендах (таблица 3.1).

Таблица 3.1. Техническая характеристика обкаточно-тормозных стендов.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель стенда | Характеристика электрической  машины | | | Возможная частота вращения коленчатого вала двигателя, мин-1 | |
| Мощность, кВт | Синхронная частота вращения, мин-1 | Крутящий момент, Н·м (кгс·м) | При холодной обкатке | При обкатке под нагрузкой |
| КИ-5541 | 55 | 700 | 726 (74) | 300…700 | 800…1500 |
| КИ-5542 | 37 | 1000 | 363 (37) | 400…950 | 1100…2500 |
| КИ-5543 | 55 | 1500 | 363 (37) | 600…1450 | 1600…3000 |
| КИ-5540 | 90 | 1500 | 687 (70) | 600…1450 | 1600…3000 |
| КИ-5274 | 160 | 1500 | 1020 (105) | 600…1450 | 1600…3000 |
| КИ-4893 | 37 | 1000 | 363 (37) | 500…950 | 1100…2000 |

При подборе стенда для обкатки двигателя руководствуются следующим:

- максимальная частота вращения коленчатого вала испытуемого двигателя на холостом ходу должна быть близка по величине двойной синхронной частоте вращения ротора электродвигателя стенда, превышение не допускается;

- максимальный крутящий момент двигателя не должен превышать номинальное значение крутящего момента электродвигателя стенда (таблица 3.2).

Таблица 3.2. Допускаемые моменты прокручивания коленчатых валов дизелей.

|  |  |
| --- | --- |
| Марка дизеля | Величина момента, Н·м (кгс·м) |
| ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б | 80…100 (8…10) |
| СМД-60, СМД-62, СМД-64, СМД-66, СМД-72 | 60…80 (6…8) |
| СМД-17, СМД-18, СМД-19, СМД-20, СМД-21, СМД-22 | 60…80 (6…8) |
| Д-240, Д-241, Д-241Л, Д-260 | 60…80 (6…8) |
| А-01, А-03, А-41 | 40…50 (4…5) |
| Д-108, Д-160 | 60…80 (6…8) |
| Д-37, Д-37М, Д-144, Д-21А1, Д-21 | 40…60 (4…6) |
| Д-65, Д-65Н, Д-50, Д-50Л | 60…80 (6…8) |

При подготовке стенда к работе проверяют концентрацию электролита в жидкостном регулировочном реостате. Электролитом служит водный раствор кальцинированной соды. Для обкатки и испытаний двигателей малой, средней мощности рекомендуется принимать раствор концентрацией 0,5…1 %, а для двигателей большой мощности – концентрацией 2…3 %.

Перед установкой двигателя на обкаточно-тормозной стенд необходимо проверить момент проворачивания коленчатого вала. Коленчатый вал должен проворачиваться плавно, без заеданий; момент проворачивания не должен превышать значений, указанных в технических требованиях на ремонт двигателя соответствующей модели. Зазоры между бойками коромысел и торцами стержней клапанов газораспределительного механизма двигателя должны быть отрегулированы. У двигателя, подготовленного к обкатке, наружные поверхности должны быть чистыми и сухими, особенно в местах соединений детали и уплотнений, вокруг заглушек и заваренных мест. Масляный поддон двигателя должен быть заполнен моторным или обкаточным маслом до отметки «П» масломерного щупа.

С целью сокращения времени приработки и улучшения ее качества в масло вводят добавки, содержащие серу.

Технологическая обкатка двигателя состоит из трех этапов: холодного, горячего без нагрузки (на холостом ходу) и горячего под нагрузкой.

Холодная обкатка проводится методом прокручивания коленчатого вала двигателя на соответствующих скоростных режимах электрической машиной обкаточно-тормозного стенда. Перед холодной обкаткой рубашку охлаждения двигателя заполняют водой. В процессе холодной обкатки двигателя работа его систем смазки и охлаждения должна удовлетворять следующим требованиям:

- давление масла в главной масляной магистрали двигателя должно быть не менее 0,08 МПа при минимальной частоте вращения коленчатого вала;

- температура масла в поддоне двигателя (или перед масляным радиатором) двигателя должна быть не более 750 С;

- температура охлаждающей жидкости на выходе из системы охлаждения двигателя должна быть не более 800 С.

Во время обкатки на ощупь проверяют нагрев трущихся поверхностей. С помощью стетоскопа прослушивают стуки и шумы внутри двигателя. Не свойственные нормальной работе двигателя стуки и шумы в механизмах не допускаются. При обнаружении указанных и других неисправностей обкатку двигателя прерывают до устранения причины ненормальной работы механизма.

В завершении этапа допускается дополнительно проверить и при необходимости отрегулировать зазоры в клапанном (газораспределительном) механизме двигателя.

Горячая обкатка без нагрузки выполняется после пуска постепенным повышением частоты вращения коленчатого вала двигателя. Пуск двигателя для осуществления горячей обкатки должен проводиться от электрической машины стенда или пускового агрегата (устройства).

В процессе горячей обкатки без нагрузки температуру масла в поддоне двигателя и температуру охлаждающей жидкости на выходе из системы охлаждения рекомендуется поддерживать в пределах 60…950 С.

По окончании второго этапа обкатки двигателя подтягивают гайки, регулируют зазоры в клапанах и проводят горячую обкатку под нагрузкой. Режимы холодной, горячей обкатки без нагрузки и горячей обкатки под нагрузкой устанавливают для каждого типа двигателя и указывают в технологических картах.

Горячая обкатка под нагрузкой проводится методом торможения работающего двигателя на соответствующих нагрузочных режимах при положении органов управления регулятором частоты вращения соответствующем полной подаче топлива.

В процессе обкатки под нагрузкой температура охлаждающей жидкости на выходе из системы охлаждения двигателя и масла должна быть в пределах 70…950 С. Давление масла в главной масляной магистрали двигателя при частоте вращения коленчатого вала, близкой к номинальной.

Небольшое дымление прогретого двигателя на всех режимах обкатки, превышающих 50 % номинальной мощности, не является браковочным показателем.

Во время горячей обкатки под нагрузкой не допускается:

- подтекание масла, охлаждающей жидкости, топлива через прокладки и резьбовые соединения деталей;

- подсасывание воздуха в местах крепления впускного коллектора;

- пропуск газов из-под фланцев выпускного коллектора и через прокладки головок цилиндров;

- не свойственные нормальной работе двигателя шумы и стуки в механизмах.

После окончания горячей обкатки двигатель испытывают на развиваемую мощность и расход топлива, контролируют осмотром и устраняют неисправности. Длительность испытания двигателя под полной нагрузкой не должна превышать 5 минут.

Мощность двигателя *Nе* определяют по формуле:

*Nе* = (*Р* · *n* · 0,736)/(1000 · η), (3.1)

где *Р* – нагрузка по весовому механизму стенда, кг;

*n* – частота вращения коленчатого вала, мин-1;

η – КПД.

Часовой расход топлива рассчитывают по формуле:

*Q*ч = (3,6 · *g*)/*t*, (3.2)

где *g* – масса топлива, израсходованного во время испытания, кг;

*t* – время испытания, с.

Удельный расход топлива *g*е определяют из выражения:

*g*е = (1000 · *Q*ч)/ *Nе*, (3.3)

где *Q*ч – часовой расход топлива, кг/ч;

*Nе* – развиваемая двигателем мощность, кВт.

По окончании обкатки и испытания двигатель осматривают. Проверяют возможность его запуска от пускового двигателя или стартера, затем снимают с обкаточного стенда и устанавливают на стенд контрольного осмотра.

Снимают поддон картера, крышки шатунных и коренных подшипников. При этом обращают внимание на состояние рабочих поверхностей шеек коленчатого вала и вкладышей. Шейки не должны равномерно прилегать к поверхности шеек. В противном случае наблюдаются не приработанные поверхности. При текущем ремонте двигателя холодная обкатка проводится при частоте вращения коленчатого вала 500…700 мин-1 в течение 3…5 мин.

Обкатку двигателя без нагрузки проводят в течение 10 минут при плавном повышении частоты вращения вала двигателя от минимально-устойчивой до максимальной холостого хода. Обкатку двигателя под нагрузкой проводят в течение 20 минут, крутящий момент от 5 до 95 % от номинального при полной подаче топлива в цилиндр двигателя. Температура масла и воды 5…950 С.

4. Расчет производственной программы

4.1 Расчет годового пробега подвижного состава

Расчет годового пробега по марке подвижного состава производим по формуле:

*L*г = 365 · *А*и · *l*cc · αи, (4.1)

где *А*и – списочное число подвижного состава, шт.;

*l*cc – среднесуточный пробег автобусов, км;

αи – коэффициент выпуска автобусов.

Расчеты проводим на примере автобуса марки Нефаз-5299.

*L*г = 365 · 2 · 214,1 · 0,814 = 127,2 км

Результаты расчета по остальным маркам автобусов приведем в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Расчет годового пробега подвижного состава.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка, модель  подвижного состава | Аи, шт. | lcc, км | αи | Lг, тыс.км |
| Икарус-250-280 | 52 | 214,1 | 0,814 | 3307,78 |
| ЛиАЗ-677 | 153 | 214,1 | 0,814 | 9732,5 |
| ЛиАЗ-5256 | 15 | 214,1 | 0,814 | 954,2 |
| Волжанин 527002 | 31 | 214,1 | 0,814 | 1972 |
| ЛАЗ-695 | 17 | 214,1 | 0,814 | 1081,4 |
| Нефаз-5299 | 2 | 214,1 | 0,814 | 127,2 |
| КА83-3270 | 2 | 214,1 | 0,814 | 127,2 |
| Итого | 272 | 214,1 | 0,814 | 17302,3 |

4.2 Расчет производственной программы по техническому обслуживанию

Корректирование периодичности технического обслуживания

Корректирование периодичности ТО-1 выполним по формуле:

*L*1 = *L*1н · *К*1 · *К*3, (4.2)

где *L*1 – скорректированная периодичность ТО-1;

*L*1н – нормативная периодичность ТО-1;

*К*1 – коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации;

*К*3 – коэффициент, учитывающий климатические условия.

*L*1 = 3500 · 1,0 · 0,9 = 3150 км

Скорректируем периодичность ТО-1 по кратности к среднесуточному пробегу:

*n*1 = *L*1/*l*cc, (4.3)

где *n*1 – коэффициент кратности периодичности ТО-1 к среднесуточному пробегу.

*n*1 = 3150/214,1 = 14,71 ≈ 15

Определим расчетную периодичность ТО-1

*L*1р = *l*cc · *n*1, (4.4)

где *L*1р – расчетная периодичность ТО-1.

*L*1р = 214,1 · 15 ≈ 3300 км

Корректирование периодичности тО-2 выполним по формуле:

*L*2 = *L*2н · *К*1 · *К*3, (4.5)

где *L*2 – скорректированная периодичность ТО-2;

*L*2н – нормативная периодичность ТО-2.

*L*2 = 14000 · 1,0 · 0,9 = 12600 км

Скорректируем периодичность ТО-2 по кратности к периодичности ТО-1 по формуле:

*n*2 = *L*2/*L*1р, (4.6)

где *n*2 – коэффициент кратности периодичности ТО-2 к периодичности ТО-1.

*n*2 = 12600/3300 = 3,82 ≈ 4

Определим расчетную периодичность ТО-2:

*L*2р = *L*1р · *n*2, (4.7)

где *L*2р – расчетная периодичность ТО-2.

*L*2р = 3300 · 4 = 13200 км

Определим пробег до капитального ремонта:

*L*кр = *L*крн · *К*1 · *К*2 · *К*3, (4.8)

где *L*крн – нормативный пробег до КР, *L*крн = 360000 км;

*К*2 – коэффициент корректирования в зависимости от модификации подвижного состава, *К*2 = 1,0.

*L*кр = 360000 · 1,0· 1,0 · 0,9 = 324000 км

Рассчитаем средний пробег до КР по группе автобусов:

*L*крс = (*А*'и · *L*кр + 0,8 · *А*''и · *L*кр)/(*А*'и + *А*''и), (4.9)

где *А*'и – количество автобусов не прошедших КР;

*А*''и – количество автобусов прошедших КР.

*L*крс = (50 · 324000 + 0,8 · 200 ·324000)/250 = 272160 км

Определим количество КР:

*N*кр = *L*г/*L*крс, (4.10)

*N*кр = 127200/272160 = 0,5

Принимаем *N*кр = 1.

Рассчитаем количество ТО-2:

*N*ТО-2 = (*L*г/*L*2р) – *N*кр, (4.11)

*N*ТО-2 = (127200/13200) – 1 = 8,6

Принимаем *N*ТО-2 = 9.

Определим количество ТО-1:

*N*ТО-1 = (*L*г/*L*1р) – *N*кр – *N*ТО-2, (4.12)

*N*ТО-1 = (127200/3300) – 1 – 9 = 28,5

Принимаем *N*ТО-1 = 29.

Рассчитаем сменную программу.

Техническое обслуживание *N*ТО-1.

*N*ТО-1с = *N*ТО-1/(*Д*рт · *С*ст), (4.13)

где *N*ТО-1с – сменная программа по ТО-1;

*Д*рт – количество дней работы авто в году на линии (253 дня);

*С*ст – количество смен.

*N*ТО-1с = 29/(253 · 1) = 0,11

4.3 Корректирование трудоемкости технического обслуживания

Корректирование трудоемкости ТО-1:

*t*TO-1 = *t*TO-1н · *К*2 · *К*5, (4.14)

где *t*TO-1н – нормативная трудоемкость ТО-1, *t*TO-1н = 7,5 чел.-ч;

*К*5 – коэффициент корректирования нормативов трудоемкости ТО и ТР в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на АТП и количества технологически совместимых групп подвижного состава, *К*5 = 1,10.

*t*TO-1 = 7,5 · 1,0 · 1,10 = 8,25 чел.-ч

Корректирование трудоемкости ТО-2:

*t*TO-2 = *t*TO-2н · *К*2 · *К*5, (4.15)

где *t*TO-2н – нормативная трудоемкость ТО-2, *t*TO-2н = 33,0 чел.-ч.

Корректирование удельной трудоемкости текущего ремонта:

*t*тр = *t*трн · *К*1 · *К*2 · *К*3 · *К*4 · *К*5, (4.16)

где *t*трн – нормативная удельная трудоемкость ТР, *t*трн = 7,6 чел.-ч/1000 км;

*К*4 – коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости в зависимости от пробега сначала эксплуатации.

Определим коэффициент корректирования *К*4:

*К*4 = (*А*1 · *К*4-1 + *А*2 · *К*4-2)/(*А*1 + *А*2), (4.17)

где *А*1 – количество автомобилей в интервале пробега (1,5…1,75)·*L*кр;

*А*2 – количество автомобилей в интервале пробега свыше 2*L*кр.

*К*4-1 – коэффициент корректирования для пробега (1,5…1,75))·*L*кр,

*К*4-1 = 1,8;

*К*4-2 – коэффициент корректирования для пробега 2*L*кр, *К*4-2 = 2,5.

*К*4 = (190 · 1,8 + 60 · 2,5)/250 = 2,57

Тогда удельная трудоемкость текущего ремонта равна:

*t*тр = 7,6 · 1,0 · 1,0 · 0,9 · 2,57· 1,10 = 19,3 чел.-ч/1000 км

4.4 Расчет трудоемкости технического обслуживания

Трудоемкость ТО-1:

*Т*ТО-1 = *N*TO-1 · *t*TO-1, (4.18)

*Т*ТО-1 = 29 · 8,25 = 239,25 чел.-ч

Трудоемкость ТО-2:

*Т*ТО-2 = *N*TO-2 · *t*TO-2, (4.19)

*Т*ТО-2 = 9 · 36,3 = 326,7 чел.-ч

Трудоемкость текущего ремонта:

*Т*тр = (*L*г · *t*тр)/1000, (4.20)

*Т*тр = (127200 · 19,3)/1000 = 2454,96 чел.-ч

Суммарная трудоемкость всех работ за год:

Σ*Т* = *Т*ТО-1 + *Т*ТО-2 + *Т*тр, (4.21)

Σ*Т* = 239,25 + 326,7 + 2454,96 = 3020,91 чел.-ч

4.5 Расчет основных производственных рабочих

Определим номинальный фонд рабочего времени:

*Ф*н = (*Д*к – *Д*в – *Д*п) · 8, (4.22)

где *Д*к – количество календарных дней в году, *Д*к = 365 дней;

*Д*в – количество выходных дней в году, *Д*в = 48 дней;

*Д*п – количество праздничных дней в году, *Д*п = 5 дней.

*Ф*н = (365 – 48 – 5) · 8 = 2496 час

Явочное количество рабочих:

*Р*я = Σ*Т*/*Ф*н, (4.23)

*Р*я = 3020,91/2494 = 1,2 чел.

Принимаем *Р*я = 1 человек.

Действительный фонд рабочего времени:

*Ф*д = (*Д*к – *Д*в – *Д*п – *Д*отп – *Д*уп) · 8, (4.24)

где *Д*отп – количество отпускных дней в году, Дотп = 24 дня;

*Д*уп – количество дней отсутствия по уважительной причине, *Д*уп = 5 дней.

*Ф*д = (365 – 48 – 5 – 24 – 5) · 8 = 2264 час

Списочное количество рабочих участков:

*Р*с = Σ*Т*/*Ф*д, (4.25)

*Р*с = 3020,91/2264 = 1,3

Принимаем *Р*с = 2 человека, т.к. для проведения испытания необходимо снимать данные, что один рабочий не сможет провести качественную обкатку и испытание.

5. Объемно-планировочное решение

5.1 Планировка моторного участка

Моторный участок предназначен для ремонта двигателей внутреннего сгорания различных типов и марок, а также их обкатки и испытания.

Режим работы моторного участка односменный. Планировка моторного участка с расстановкой оборудования приведена на листе ТАДП.04.084.Д3.

Перечень технологического оборудования и оснастки представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Ведомость технологического оборудования.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка,  модель | | Кол-во, шт. | | Площадь, м2 | | | |
| единицы | | | всего |
| 1 | 2 | | 3 | | 4 | | | 5 |
| Слесарно-механический участок | | | | | | | | |
| 1. Верстак с настольным сверлильным станком | ТУ-70/1-15-101--69 + НС-12-М | | 1 | | 2,8 | | | 2,8 |
| 1. Верстак на одно рабочее место | ТУ-70/1-15-  -101-69 | | 3 | | 2,8 | | | 8,4 |
| 1. Стеллаж для деталей и запчастей | ОРГ-1468-05-  -230А | | 4 | | 2,8 | | | 2,8 |
| 1. Стенд универсальный для сборки двигателей | ОПР-989 | | 1 | | 2,25 | | | 2,25 |
| 1. Стенд универсальный для разборки-сборки двигателей | ОПР-996 | | 2 | | 1,0 | | | 4 |
| 1. Кран-балка катучая | 1А25-12-6 | | = 20кН  = 12 м | | 1 | | |  |
| 1. Станов для притирки клапанов | ОПР-1841 | | 1 | | 4,5 | | | 4,5 |
| 1. Станов для шлифования клапанов | ОР-17106 | | 1 | | 0,83 | | | 0,83 |
| 1. Тумбочка для инструмента | ОРГ-1611 | | 3 | | 0,24 | | | 0,72 |
| 1. Шкаф для инструмента | ОРГ-1468-  -07-040 | | 1 | | 0,31 | | | 0,31 |
| Участок деффектовки цилиндропоршневой группы | | | | | | | | |
| 1. Станок алмазно-расточной | МС-3А | | 1 | | 0,24 | | | 0,72 |
| 1. Станок вертикально-хонинговальный | СС-700М | | 1 | | 0,31 | | | 0,31 |
| 1. Верстак на два рабочих места | | ОПР-1468-  -01-070А | | 1 | | 2,72 | 2,72 | |
| 1. Стеллаж для деталей и запчастей | | ОРГ-1468-  -05-230А | | 1 | | 0,7 | 0,7 | |
| 1. Верстак на одно рабочее место | | ТУ-70/1-15-  -101-69 | | 1 | | 2,8 | 2,8 | |
| 1. Весы торговые | | РН-10Ц-13М | | 1 | | 0,12 | 0,12 | |
| Участок мойки | | | | | | | | |
| 1. Машина моечная | | ОМ-9101 | | 1 | | 2,9 | 2,9 | |
| 1. Кран подвесной электрический | | 1А16-22-3 | | 1 | | = 1,0 кН  = 4,2 м |  | |
| 1. Тележка передвижная самодельная | |  | | 1 | | 0,5 | 0,5 | |
| 1. Стеллаж для деталей | | ОРГ-1468-  -05-320 | | 1 | | 0,77 |  | |
| Участок обкатки двигателей внутреннего сгорания | | | | | | | | |
| 1. Стенд обкаточно-тормозной для обкатки и испытания двигателей | | КИ-5541М | | 1 | | 8,26 | 8,26 | |
| 1. Кран подвесной электрический | | 1А16-22-3 | | = 1,5 кН  = 4,2 м | | 1 |  | |
| 1. Шкаф для инструмента | | ОРГ-1468-  -07-040 | | 1 | | 0,31 | 0,31 | |

Помещение моторного участка находится внутри ремонтной зоны, где находятся смотровые канавы, оборотный цех, шиномонтажный участок, аккумуляторная; зоны ТО-1, ТО-2, ТР, покрасочное отделение; диспетчерская, складские помещения запчастей, бытовые помещения и т.д. Пролет самого помещения моторного участка 28×12 м. Шаг колонны 6 м.

Теплоснабжение моторного участка предусмотрено от внешней сети. Питание электроэнергией осуществляется от наружных сетей 380/220 В.

5.2 Выбор оборудования для проектируемого участка

Технологическое оборудование участка обкатки и испытания двигателя внутреннего сгорания выбираем согласно технологическому процессу. Выбранное оборудование сводим в таблицу 5.2. Расстановка оборудования и расположение рабочих мест на участке представлены на листе ТАДП.04.084Д3.

Таблица 5.2. Ведомость оборудования и оснастки участка.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка,  модель | Кол-во, шт. | Площадь, м2 | |
| единицы | всего |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Стенд обкаточно-тормозной | КИ-2139 | 1 | 4 | 4 |
| 1. Реостат |  | 1 | 1,08 | 1,08 |
| 1. Электрошкаф |  | 1 |  |  |
| 1. Весы торговые | РН-10Ц13М | 1 | 0,12 | 0,12 |
| 1. Выносной пульт управления |  | 1 | 0,16 | 0,16 |
| 1. Полка для весов в сборе с трехходовым краном |  | 1 | 0,15 | 0,15 |
| 1. Бак для горючего |  | 1 | 0,64 | 0,64 |
| 1. Шкаф инструментальный | ОРГ-1603 | 1 | 0,57 | 0,57 |
| 1. Стеллаж для деталей и запчастей | ОРГ-148-05- -230А | 1 | 0,7 | 0,7 |
| 1. Ларь для ветоши |  | 1 | 0,5 | 0,5 |
| 1. Зонт вытяжной |  | 1 | 1,44 | 1,44 |
| 1. Кран подвесной | 1А16-22-3 | 1 | = 1,5 кН  = 4,2 |  |
| 1. Огнетушитель | ОХП-10 | 2 | 0,2 | 0,4 |

5.3 Расчет площади помещения

Площадь участка обкатки и испытания ДВС определяют тремя способами: графическим – расстановкой оборудования на планировке; расчетным – по удельным площадям на единицу оборудования, на одного рабочего, на одно рабочее место или на единицу работу; расчетным – по площади, занимаемой оборудованием и переходным коэффициентом.

Ориентировочно площадь участка обкатки ДВС определяется:

*F* = Σ*F*об · *К*пл, (5.1)

где Σ*F*об – суммарная площадь оборудования в плане, м2;

*К*пл – коэффициент плотности расстановки оборудования (*К*пл = 3…4).

*F* = 9,76 · 3 = 29,28 м2

Принимаем, учитывая строительные нормы, *F* = 36 м2.

Ширина пролета участка должна быть не менее 6 метров.

Тогда производственная длина участка определяется по формуле:

*L*п = *F*/*g*, (5.2)

где *g* – ширина пролета, (*g* = 6 м).

*L*п = 36/6 = 6 м

5.4 Технологическая расстановка оборудования

При расстановке оборудования и оснастки нужно руководствоваться размерами (разрывами) между ними и расстояниями от стен и колонн. Эти размеры должны гарантировать удобство работ, безопасность рабочих, достаточную свободу движения людей.

Расстояние между оборудованием регламентируется правилами охраны труда и существующими нормативами, которые учитывают удобство и безопасность при их эксплуатации.

При компоновке участка нужно согласовать его с противопожарными, санитарно-гигиеническими и другими нормами.

Каждый вид оборудования имеет условное обозначение, форма которого соответствует его контурам на плане, а размеры габаритам в соответствующем масштабе.

На плане приводят также условные обозначения мест подвода электроэнергии, воды, местные вентиляционные отсосы, нахождения аптечки и средств пожаротушения.

6. Конструкторская разработка

6.1 Анализ существующих конструкций и приспособлений для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания

Приработка и испытания двигателей внутреннего сгорания производятся на обкаточно-тормозных стендах переменного тока, включающих устройство для вращения двигателя в период холодной обкатки и для поглощения мощности двигателя во время горячей обкатки и испытания, а также дополнительное оборудование, обеспечивающее двигатель топливом, охлаждающей водой и смазкой. Стенд состоит из асинхронной электрической машины АБК, которая при холодной обкатке работает в режиме двигателя. Во время горячей обкатки электрическая машина работает в режиме генератора, отдавая ток в электрическую сеть.

Известен стенд для обкатки двигателя внутреннего сгорания, содержащий электропривод, карданный вал, отключающее устройство с шлицевой втулкой и опоры для размещения двигателя. Вал электропривода соединен с храповиком двигателя внутреннего сгорания через карданный вал, отключающее устройство, шлицевую втулку и зацепляющее устройство. Отключающее устройство выполнено в виде фланца, установленного на шлицевой втулке и снабженного ступенчатым выступом с зацепляющим элементом, причем последний снабжен храповиком. Между электроприводом и двигателем внутреннего сгорания установлена подшипниковая опора, на которую опирается карданный вал своей средней частью. Испытуемый двигатель устанавливают на опоры соосно карданному валу. Перемещением отключающего устройства по шлицам карданного вала соединяют зацепляющее устройство с храповиком двигателя, после чего производят обкатку двигателя.

Стенд рассчитан на обкатку двигателей только определенного типоразмера, в связи с чем имеет узкие функциональные возможности.

Наиболее близким к заявляемому по совокупности существенных признаков является принятый за прототип, известный стенд для обкатки и испытания двигателя внутреннего сгорания (КИ-2139Б). Стенд содержит основание, продольные направляющие, закрепленные на основании, и установленный на основании тормоз, выполняющий функции нагрузочного устройства. На продольных направляющих установлена тележка, имеющая раму, ложементы для размещения двигателя, механизм фиксирования тележки от осевого перемещения и опрокидывания. Вал двигателя соединен с валом тормоза посредством соединительного устройства. Стенд имеет съемные ложементы разной формы и размеров для установки двигателей различных типоразмеров. Ложементы накладываются непосредственно на раму тележки.

Этот стенд более универсальный в сравнении вышеописанным стендом, поскольку позволяет обкатывать двигатели различных типоразмеров. В зависимости от вылета вала двигателя тележку фиксируют на соответствующем расстоянии до тормоза, а в зависимости от расположения опор двигателя и расположения вала двигателя по высоте подбирают ложементы соответствующей формы и размеров.

Недостатком стенда является низкая универсальность.

В данном дипломном проекте предлагается повысить степень универсальности последнего предложенного стенда, являющаяся наиболее близкой к изобретению.

6.2 Краткое описание стенда и принцип его работы

Поставленная задача решается тем, что стенд для обкатки двигателя внутреннего сгорания, содержащий основание, нагрузочное и соединительное устройство, продольные направляющие, закрепленные на основании, раму, установленную на продольных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования, ложементы для размещения двигателя, согласно изобретению имеет поперечные направляющие и стойки, причем рама выполнена в виде автономных балок, поперечные направляющие закреплены на балках, а стойки установлены на поперечных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования.

Кроме того, ложементы закреплены на стойках с возможностью перемещения по вертикали и фиксирования в избранном положении. Соединительное устройство выполнено в виде внешнего цилиндра, внутреннего цилиндра и вала с зацепляющими зубьями для соединения с валом двигателя. Внешний цилиндр скреплен с нагрузочным устройством. Внутренний цилиндр соединен с внешним цилиндром посредством первого шлицевого соединения. Вал соединен с внутренним цилиндром посредством второго шлицевого соединения. На внешнем и внутреннем цилиндрах установлены фиксаторы. На внутреннем цилиндре и на валу образованы выемки для размещения фиксаторов.

Поперечные направляющие и стойки, установленные на поперечных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования, а также размещение ложементов на стойках обеспечивают возможность плавкого регулирования расстояния между ложементами в поперечном направлении в широком диапазоне в соответствии с расположением опор испытуемого двигателя, а также обеспечивают возможность перемещения двигателя в направлении, перпендикулярном оси вала двигателя.

Выполнением рамы в виде автономных балок с размещением на них поперечных направляющих обеспечена возможностью изменения длины рамы и расстояния между ложементами в продольном направлении в соответствии с расположением опор испытуемого двигателя.

Закреплением ложементов на стойках с возможностью перемещения по вертикали и фиксирования в избранном положении обеспечена возможность регулирования положения ложементов по вертикали и, соответственно, возможностью размещения двигателя на разной высоте.

Таким образом, предусмотренные широкие диапазоны плавного регулирования положения ложементов в продольном, поперечном и вертикальном направлениях обеспечивают возможность крепления и обкатки других механизмов, например, коробки передач, ведущего моста автомобиля, раздаточной коробки.

Соединительное устройство, выполненное в виде телескопически соединенных между собой внешнего цилиндра, внутреннего цилиндра и вала с зацепляющими зубьями, позволяет ускорить и облегчить соединение и рассоединение вала двигателя с нагрузочным устройством, что обеспечивает эксплуатацию стенда.

Стенд работает следующим образом:

Перед обкаткой двигателя внутреннего сгорания устанавливают ложементы в положении, соответствующем расположению опор обкатываемого типоразмера двигателя внутреннего сгорания так, чтобы при установке двигателя на ложементы оси вращения храповика двигателя внутреннего сгорания и вала нагрузочного устройства совпали. Для этого поперечные балки салазок перемещают по продольным направляющим и крепят крепежными болтами. Стойки перемещают по поперечным направляющим и крепят крепежными болтами. Вращением винтов устанавливают ложементы на необходимой высоте. Обкатываемый двигатель внутреннего сгорания устанавливают на ложементы и крепят прижимными болтами. Вал и внутренний цилиндр соединительного устройства выдвигают по первому и второму шлицевым соединения до зацепления зубьев с храповиком двигателя. При этом центрирование положения соединительного устройства и зубьев относительно оси храповика производится центрирующим конусом. В момент зацепления зубьев с храповиком фиксаторы западают в выемки под действием пружин, что предотвращает осевое смещение вала и выход зубьев из зацепления с храповиком. В таком положении производят обкатку и испытание двигателя внутреннего сгорания.

После окончания обкатки выводят фиксаторы из выемок сгибанием пружин. Вал соединительного устройства вдвигают во внутренний цилиндр, выводят при этом зубья из зацепления с храповиком, а внутренний цилиндр вдвигают во внешний цилиндр. После открепления прижимных болтов обкатанный двигатель снимают.

6.3 Расчет массы рамы стенда для обкатки двигателей внутреннего сгорания

Рама стенда является сварной конструкцией и состоит из различных составных элементов, массу которых будем находить по отдельности:

1. Балка поперечная (швеллер № 14), 3 штуки:

*m*1 = 1,070 · 3 · 12,3 = 39,483 кг

1. Балка продольная (швеллер № 16), 2 штуки:

*m*2 = 3,740 · 2 · 14,2 = 106,216 кг

1. Плита:

*m*3 = 0,830 · 0,860 · 0,015 · 7800 =83,515 кг

1. Опора передняя:

*m*4 = 0,322 · 0,860 · 0,015 · 7800 = 32,399 кг

1. Опора задняя:

*m*5 = 0,200 · 0,860 · 0,015 · 7800 = 20,124 кг

Общая масса рамы равна

*m* = *m*1 + *m*2 + *m*3 + *m*4 + *m*5, (6.1)

*m* = 39,483 + 106,216 + 83,515 + 32,399 + 20,124 = 282 кг

6.4 Расчет вала на кручение

Условие прочности

τкр = *М*кр/(0,2 · *d*3) ≤ [τкр], (6.2)

где *М*кр – крутящий момент, Н·мм;

*d* – диаметр вала, мм;

[τкр] – допускаемое напряжение на кручение, [τкр] = 12…20 МПа (Н/мм2).

τкр = (400 · 103)/(0,2 · 803) = 4 ≤ 12 МПа

Условие выполняется.

6.5 Расчет шлицевого соединения

Определим силу, действующую на шлиц

*F* = 2*М*кр/(*d* · *z* · ψ), (6.3)

где *М*кр – крутящий момент, Н·мм;

*d* – диаметр вала, мм;

*z* – число шлиц;

ψ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между шлицами, ψ = 0,7…0,8.

*F* = (2 · 400 · 103)/(80 · 14 · 0,75) = 952,4 Н

Запишем условие прочности на смятие

σсм = *F*/(*h* · *l*) ≤ [σсм], (6.4)

где *l* – длина шлица, мм;

*h* – высота шлица, мм;

*F* – сила, действующая на шлиц, Н.

[σсм] – допускаемое напряжение на смятие, [σсм] = 100…140 МПа (Н/мм2).

σсм = 952,4/(4 · 130) = 1,83 МПа ≤ 100 МПа

Условие выполняется.

6.6 Расчет шпонки на смятие

Условие прочности на смятие

σсм = 2*М*кр/(*d*э · *t* · *l*) ≤ [σсм], (6.5)

где *М*кр – крутящий момент, Н·мм;

*d*э – диаметр вала электротормозного устройства, мм;

*t* – высота сопротивления шпонки со ступицы, мм;

*l* – длина шпонки, мм.

σсм = (2 · 400 · 103)/(108 · 6,4 · 100) = 11,57 МПа ≤ 100 МПа

Условие выполняется.

Запишем условие прочности на срез

τср = 2*М*кр/(*d*э · *b* · *l*) ≤ [τср], (6.6)

где [τср] – допускаемое напряжение на срез, [τср] = 60…90 МПа;

*d*э – диаметр вала электротормозного устройства, мм;

*b* – ширина шпонки, мм;

*l* – длина шпонки, мм.

τср = (2 · 400 · 103)/(108 · 28 · 100) = 2,6 МПа ≤ 60 МПа

Условие выполняется.

6.7 Технико-экономическая эффективность конструкторской разработки

6.7.1 Расчет массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

*G* = (*G*к + *G*г) · *k*, (6.7)

где *G*к – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

*G*г – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

*k* – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов, *k* = 1,05…1,15.

*G*1 = (440 + 1000) · 1,1 = 1584 кг

Для определения стоимости конструкции стенда применим способ аналогии, где определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставимости массы по формуле:

*С*б1 = (*С*б0 · *G*1 · *I*ц · *R*)/*G*0, (6.8)

где *С*б0 – балансовая стоимость базовой конструкции, руб.;

*G*0 и *G*1 – масса базовой и новой конструкции соответственно, кг;

*I*ц – коэффициент, учитывающий изменение цен в изучаемом периоде;

*R* – коэффициент, учитывающий удешевление или удорожание новой конструкции в зависимости от сложности изготовления, *R* = 0,95…1,05.

*С*б1 = (300000 · 1584 · 1,5 ·1,05)/2000 = 374220 руб.

6.7.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Определим часовую производительность на стационарных работах периодического действия по формуле:

*W*ч = (60 · *t*)/*Т*ц, (6.9)

где *t* – коэффициент использования рабочего времени смены, *t* = 0,60…0,95;

*Т*ц – время одного рабочего цикла, мин.

а) для базового варианта:

*W*ч0 = (60 · 0,6)/200 = 0,18 ед./ч

б) для нового варианта:

*W*ч1 = (60 · 0,6)/160 = 0,23 ед./ч

Рассчитаем энергоемкость процесса по формуле:

*Э*е = *N*e/*W*ч, (6.10)

где *N*e – потребляемая конструкцией мощность, кВт.

а) *Э*е0 = 55/0,18 = 305,6 кВт-ч/ед.

б) *Э*е1 = 55/0,23 = 239,1 кВт-ч/ед.

Рассчитаем металлоемкость процесса по формуле:

*М*е = *G*/(*W*ч · *Т*год · *Т*сл), (6.11)

где *G* – масса конструкции, кг;

*Т*год – годовая загрузка стенда, ч;

*Т*сл – срок службы стенда, лет.

а) *М*е0 = 2000/(0,18 · 1820 · 10) = 0,61 кг/ед.

б) *М*е1 = 1584/(0,23 · 1820 · 10) = 0,38 кг/ед.

Фондоемкость процесса вычислим по формуле:

*F*e = *С*б/(*W*ч · *Т*год), (6.12)

где *С*б – балансовая стоимость стенда, руб.

а) *F*e0 = 300000/(0,18 · 1820) = 915,75 руб./ед.

б) *F*e1 = 374220/(0,23 · 1820) = 893,98 руб./ед.

Вычислим трудоемкость процесса:

*Т*е = *N*обсл./*W*ч, (6.13)

где *N*обсл. – количество обслуживающего персонала, чел.

а) *Т*е0 = 2/0,18 = 11,1 чел.-ч/ед.

б) *Т*е1 = 2/0,23 = 8,7 чел.-ч/ед.

Себестоимость работы находим из выражения:

*S* = *С*зп + *С*э + *С*рто + *А* + *Пр*, (6.14)

где *С*зп – затраты на оплату труда с единым социальным налогом, руб./ед.

*С*зп = *z* · *Т*е · *К*соц., (6.15)

где *z* – часовая тарифная ставка рабочих, руб./ед.;

*К*соц. – коэффициент, учитывающий единый социальный налог,

*К*соц. = 1,356.

а) *С*зп0 = 4,82 · 11,1 · 1,356 = 72,55 руб./ед.

б) *С*зп1 = 4,82 · 8,7 · 1,356 = 56,86 руб./ед.

Затраты на ТСМ и электроэнергию определим по формуле:

*С*э = *Ц*компл. · *g*т + *Ц*оэ · *Э*е, (6.16)

где *Ц*компл. – комплексная цена топлива, руб./кг;

*g*т – норма расхода топлива, кг/ед.;

*Ц*оэ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт-ч;

а) *С*э0 = 10 · 20 + 1,60 · 305,6 = 688,96 руб./ед.

б) *С*э1 = 10 · 20 + 1,60 · 239,1 = 582,56 руб./ед.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание стенда вычисляются по формуле:

*С*рто = (*С*б · *Н*рто)/(100 · *W*ч · *Т*год), (6.17)

где *Н*рто – норма затрат на ремонт и техническое обслуживание, %.

а) *С*рто0 = (300000 · 8)/(100 · 0,18 · 1820) = 73,26 руб./ед.

б) *С*рто1 = (374220 · 8)/(100 · 0,23 · 1820) = 71,52 руб./ед.

Амортизационные отчисления находим по формуле:

*А* = (*С*б · *а*)/(100 · *W*ч · *Т*год), (6.18)

где *а* – норма амортизации, %.

а) *А*0 = (300000 · 14,2)/(100 · 0,18 · 1820) = 130,04 руб./ед.

б) *А*1 = (374220 · 14,2)/(100 · 0,23 · 1820) = 126,94 руб./ед.

*Пр* – прочие затраты, *Пр* = 5…10 % от суммы предыдущих элементов.

Подставим все вычисленные данные в формулу (6.14), и получим:

а) *S*0 = (72,55 + 688,96 + 73,26 + 130,04) · 1,05 = 1013,05 руб./ед.

б) *S*1 = (56,86 + 582,56 + 71,52 + 126,94) · 1,05 = 879,77 руб./ед.

Уровень приведенных затрат на работу конструкции определяется по формуле:

*С*пр = *S* + *Е*н · *F*e, (6.19)

где *Е*н – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, *Е*н = 0,15.

а) *С*пр0 = 1013,05 + 0,15 · 915,75 = 1150,41 руб./ед.

б) *С*пр1 = 879,77 + 0,15 · 893,98 = 1013,87 руб./ед.

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

*Э*год = (*S*0 – *S*1) · *W*ч1 · *Т*год1, (6.20)

где *Т*год1 – годовая нормативная загрузка конструкции, ч.

*Э*год = (1013,05 – 879,77) · 0,23 · 1820 = 55791,01 руб.

Рассчитаем годовой экономический эффект по формуле:

*Е*год = *Э*год – *Е*н · *К*доп, (6.21)

где *К*доп – дополнительные капитальные вложения, равные балансовой стоимости конструкции, руб.

*Е*год = 55791,01 – 0,15 · 74220 = 44658,01 руб.

Срок окупаемость дополнительных капитальных вложений:

*Т*ок = *С*б1/*Э*год, (6.22)

*Т*ок = 374220/55791,01 = 6,7 лет

Вычислим фактический коэффициент эффективности дополнительных вложений:

*Е*эф = *Э*год/*С*б1 = 1/*Т*ок, (6.23)

*Е*эф = 55791,01/374220 = 0,16

Все выше приведенные числовые данные сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1. Технико-экономические показатели эффективности конструкции.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Числовые значения  показателя | |
| Для базового варианта | Для нового  варианта |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Стоимость конструкции, руб. | 300000 | 374220 |
| 1. Время одного рабочего цикла, мин. | 200 | 160 |
| 1. Часовая производительность, ед./ч | 0,18 | 0,23 |
| 1. Энергоемкость процесса, кВт-ч/ед. | 305,6 | 239,1 |
| 1. Металлоемкость процесса, кг/ед. | 0,61 | 0,38 |
| 1. Фондоемкость процесса, руб./ед. | 915,75 | 893,98 |
| 1. Трудоемкость процесса, чел.-ч/ед. | 11,1 | 8,7 |
| 1. Затраты на оплату труда, руб./ед. | 72,55 | 56,86 |
| 1. Затраты на ТСМ и электроэнергию, руб./ед. | 688,96 | 582,56 |
| 1. Затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб./ед. | 73,26 | 71,52 |
| 1. Амортизационные отчисления, руб./ед. | 130,04 | 126,94 |
| 1. Себестоимость работы, руб./ед. | 1013,05 | 879,77 |
| 1. Уровень приведенных затрат на работу конструкции, руб./ед. | 1150,41 | 1013,87 |
| 1. Годовая экономия, руб. | - | 55791,01 |
| 1. годовой экономический эффект, руб. | - | 44658,01 |
| 1. Срок окупаемости, лет | - | 6,7 |
| 1. Коэффициент эффективности дополнительных вложений | - | 0,16 |

7. Безопасность жизнедеятельности на производстве

Улучшение условий и повышение безопасности труда на производстве является одной из важнейших социальных задач. Конституция Российской Федерации гласит: «Государство заботится об улучшении условий и охране труда, его научной организации, о сокращении, а в дальнейшем и полном вытеснении тяжелого физического туда на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства».

На автомобильном транспорте, который является важнейшей отраслью народного хозяйства, заняты миллионы трудящихся. Обеспечение безопасности труда работников автомобильного транспорта – одна из первостепенных задач руководителей автотранспортных предприятий (АТП), управлений, объединений и министерств автомобильного транспорта.

Постоянное развитие автомобильного транспорта предъявляет повышенные требования к обеспечению безопасности труда на АТП. Имеющие место несчастные случаи на производстве приносят большой социальный и экономический ущерб народному хозяйству. Это требует от руководителей и инженерно-технических работников (ИТР) предприятий еще более кропотливой и целенаправленной работы по ликвидации производственных травм из-за технических и организационных причин.

Одним из эффективных путей значительного сокращения несчастных случаем на производстве является создание на АТП четкой и стройной системы профилактики производственного травматизма на научной основе и с использованием передового производственного опыта.

7.1 Организация работы по созданию здоровых и безопасных условий труда

Для проведения работы по охране труда в ГУП УР ИПОПАТ установлена система органов и дальнейших лиц: отдел безопасности дорожного движения и охраны труда (ОБДД и ОТ).

В целом по всему объединению и по данному предприятию в частности за охрану труда отвечает начальник объединения.

Ответственными за техническое состояние, ремонт и эксплуатацию грузоподъемных механизмов, подвижного состава, компрессорных станций, оборудования и приспособлений, электроустановок и электрифицированного инструмента, за хранение и эксплуатацию сосудов работающих под давлением, а также за противопожарное состояние всего предприятия назначены главный инженер и заместитель генерального директора по производству. На них же, а также на начальников 4-х автоколонн возложена ответственность за организацию работы по безопасности дорожного движения, технической эксплуатации и медицинскому контролю.

Ответственным за энергохозяйство предприятия назначен главный энергетик.

Для расследования несчастных случаев на предприятии составляется комиссия в составе главного инженера, инженера по охране труда и безопасности жизнедеятельности, председателя профкома, мастеров ремонтных мастерских, бригадиров автоколонн и медработников. Назначение проводятся на основании приказа, который оформляется ежегодно с начала года. Издаются приказы о проведении годовых и месячных технических осмотров для оценки готовности и подтверждения удовлетворительного технического состояния подвижного состава, всех его узлов и агрегатов.

Ответственные за определенные участки проходят обучение на соответствующих курсах при УКК «Удмуртэнерго». Также курсы проходят стропальщик (зацепщик) с правом управления грузоподъемным краном. Механики автоколонн и старший диспетчер проходят учет в республиканском учебно-методическом центре каждые 5 лет. Ежегодно водители автобусов проходят учебу по технике безопасности дорожного движения и сдают зачеты, им выдается инструкция по безопасности движения, где описываются обязанности водителя автобуса. Согласно этой инструкции водитель обязан проверить техническое состояние автобуса перед выездом из парка, пройти медицинский предрейсовый осмотр, предъявить закрепленный автобус механику на выпуске для контроля его технического состояния и выезжать только с отметкой механика в путевом листе о технической исправности автобуса.

Во время движения водитель обязан руководствоваться правилами дорожного движения и соблюдения скоростного режима, своевременно сообщать о неисправностях и невозможности их устранения в короткие сроки.

Кроме того, проводятся все виды инструктажей: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой, которые регистрируются в журналах, согласно типовой инструкции о порядке ведения справочных и других огневых работ на взрывоопасных и пожароопасных объектах.

Для выполнения работ повышенной опасности вводится наряд-допуск.

Для расследования дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и несчастных случаев создается приказ, согласно которого назначается комиссия по расследованию происшествия, в состав которой, кроме работников предприятия, входят главный государственный инспектор по охране труда и государственный инспектор по отраслевой охране труда Удмуртской Республики (УР). Составляется акт о расследовании несчастного случая на производстве (по форме Н-1), где описываются сведения о пострадавшем, краткая характеристика происшествия, его обстоятельства и причины, приводятся заключения лиц, проводивших расследование и перечень прилагаемых материалов расследования:

- акт по форме Н-1 на пострадавшего;

- протокол осмотра места происшествия;

- ксерокопию об инструктаже;

- письменное объяснение пострадавшего.

Контроль за охраной труда проводится профсоюзным комитетом на основании коллективного договора, зарегистрированного в комитете по труду Удмуртской Республики.

Проверки проводят: Госсанэпидемнадзор, «Удмуртэнерго», АО «Ижводоканал», государственная инспекция безопасности дорожного движения (ГИБДД) один раз в год на предприятии проводится день охраны труда.

Согласно коллективного договора имеется столовая, комнаты отдыха водителей и тавляется акт о расследовании несчастного случая на производстве(рственный инспектор по отраслевой охране труда Удмуртской Рескондукторов, душевые, туалетные и умывальные комнаты, гардеробы и предоставляется спецодежда.

Условия труда в административном корпусе соответствуют всем нормам: цветовая отделка, освещение и т.п.

В ремонтной зоне рабочие обеспечены специальной одеждой, а работники вредных производств – средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Территория предприятия ежегодно очищается от мусора и грязи. Содержание вредных веществ в воздухе на территории предприятия в пределах нормы. Все оборудование имеет соответствующую защиту, проводится контроль работы оборудования.

Согласно коллективного договора администрация предприятия обязуется:

1. Организовать ежегодное курсовое обучение с последующей аттестацией всех специалистов по вопросам охраны труда, безопасности дорожного движения;
2. Своевременно выдавать спецодежду, спецобувь и другие СИЗ, согласно отраслевых норм;
3. Проводить ежедневно выдачу талонов на молоко работникам с вредными условиями труда (малярам, электрогазосварщикам, аккумуляторщикам, вулканизаторщикам) из расчета 1 литр в день на человека;
4. Ежемесячно проводить проверки автомобилей на токсичность отработавших газов с отметкой в специальном талоне;
5. Ежегодно проводить день охраны труда;
6. Своевременно проводить испытания грузоподъемных машин и емкостей, работающих под давлением.

7.2 Анализ производственного травматизма и заболеваемости

Осуществление основной задачи охраны труда – предупреждение производственного травматизма, невозможно без глубокого и всестороннего анализа причин травматизма. Данные такого анализа позволяют разработать конкретные мероприятия по снижению травматизма.

При анализе производственного травматизма и профессиональных заболеваний нужно выявить причины вызывающие их.

Для изучения причин травматизма используем статистический метод, который позволяет дать количественную и качественную оценку травматизма на предприятии.

Показатель частоты травмы определим по формуле:

*К*ч = (*Т* · 1000)/*Р*, (7.1)

где *Т* – количество травм со смертельным исходом и временной утратой работоспособности за исследуемый период, чел.;

*Р* – среднесписочное количество рабочих, чел.

Количество травм со смертельным исходом и временной утратой работоспособности определим по формуле:

*Т* = *Т*см + *Т*1, (7.2)

где *Т*см – количество травм ос смертельным исходом, чел.;

*Т*1 – количество травм с временной утратой трудоспособности, чел.

*Т* = 0 + 16 = 16 чел.

По формуле (7.1) определим *К*ч:

*К*ч = (16 · 1000)/1690 = 9,5

Показатель тяжести травм определим по формуле:

*К*т = *Д*/*Т*1, (7.3)

где *Д* – количество дней нетрудоспособности пострадавших работников, дней.

*К*т = 300/16 = 18,8

Показатель потерь определим по формуле:

*К*п = (*Д* · 1000)/*Р*, (7.4)

или, так как *Т*см = 0, то

*К*п = *К*ч · *К*т, (7.5)

*К*п = 9,5 · 18,8 = 178,6

Полученные значения сводим в таблицу 7.1, в которой представлена динамика производственного травматизма на ГУП УР ИПОПАТ.

Таблица 7.1. Динамика производственного травматизма.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Годы | | |
| 2003 | 2004 | 2005 |
| 1. Среднесписочное число работников, чел. | 1617 | 1599 | 1690 |
| 1. Число пострадавших с утратой трудоспособности, чел. | 11 | 18 | 16 |
| 1. Число дней нетрудоспособности пострадавших работников, дней | 341 | 388 | 300 |
| 1. Показатель частоты травм | 6,8 | 11,3 | 9,5 |
| 1. Показатель тяжести травм | 31 | 21,6 | 18,8 |
| 1. Показатель потерь дней из-за травм | 210,8 | 244,1 | 178,6 |
| 1. Запланировано средств на охрану труда, тыс. руб. | 641,4 | 413,1 | 313,43 |
| 1. Израсходовано средств на мероприятия по охране труда, тыс. руб. | 986,8 | 688,5 | 482,2 |
| 1. Выплачено средств по несчастным случаям, тыс. руб. | 21,73 | 33,65 | 42,03 |

По данным таблицы 7.1 можно сделать вывод, в 2005 году наблюдается улучшение положения по охране труда на предприятии: снизилось количество дней нетрудоспособности пострадавших работников на 22,7 % по сравнению с 2004 годом; уменьшились показатели: частоты травм на 16 %, тяжести травм на 13 %, потеря дней из-за травм на 26,8 % по сравнению с показателями в 2004 году. Это говорит о том, что мероприятия по охране труда, проводимые на предприятии дают положительный результат.

Для организации борьбы с производственным травматизмом на автотранспорте очень важно правильно и квалифицированно установить причины возникновения несчастных случаев, изучить эффективность организационных и технических мер по их предупреждению.

Основой для проведения анализа причин несчастных случаев является записи в актах формы Н-1, которые хранятся на предприятии.

Основные причины несчастных случаев в ГУП УР ИПОПАТ приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2. Причины несчастных случаев.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Годы | | |
| 2003 | 2004 | 2005 |
| 1. Неисправность машин и оборудования | - | 1 | 1 |
| 1. Использование рабочих не по специальности | 1 | - | 1 |
| 1. Нарушение правил техники безопасности | 1 | 2 | 3 |
| 1. Нарушение трудовой дисциплины | - | - | 1 |
| 1. Неосторожность и невнимательность при работе | 6 | 13 | 6 |
| 1. Противоправные действия | 1 | 1 | 2 |
| 1. Нарушение правил дорожного движения и ДТП | 2 | 1 | 2 |

По данным таблица 7.2 видно, что основными причинами несчастных случаев являются: нарушение правил техники безопасности и неосторожность при работе, а также нарушение правил дорожного движения (как со стороны водителей личного транспорта, так и водителей ГУП УР ИПОПАТ) и противоправные действия хулиганов-бездельников против кондукторов и водителей автобусов на городских маршрутах. Поэтому особое внимание для улучшения состояния безопасности труда на производстве, нужно уделить мероприятиям, проводимым в этих направления.

Распределение несчастных случаев по отраслям производства приведено в таблице 7.3.

Таблица 7.3. Распределение несчастных случаев по отраслям производства.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отрасли | Годы | | | | | | | | |
| 2003 | | | 2004 | | | 2004 | | |
| количество | | Кч | количество | | Кч | количество | | Кч |
| работников | пострадавших | работников | пострадавших | работников | пострадавших |
| 1. Автоуслуги | 1132 | 5 | 4,4 | 1151 | 11 | 9,6 | 1166 | 8 | 6,9 |
| 1. Ремонт | 485 | 6 | 12,4 | 448 | 7 | 15,6 | 524 | 8 | 15,3 |

Анализируя данные таблицы 7.3, делаем вывод, что показатель частоты травм в сфере ремонта выше показателя частоты травм в сфере автоуслуг, поэтому нужно уделять больше времени на безопасность труда в сфере ремонта.

7.3 Мероприятия по улучшению состояния охраны труда и снижению производственного травматизма

1. Не допускать к работе лиц не прошедших курс стажировки на технологическом оборудовании;
2. Обеспечить контроль за исправностью и правильность выполнения ТО машин и оборудования;
3. Обеспечить рабочих средствами индивидуальной защиты;
4. Не допускать к работе водителей на неисправную технику;
5. Не допускать выполнения работ не по специальности;
6. Не допускать лиц в состоянии алкогольного опьянения к работе;
7. Территорию производственных участков и рабочих мест содержать в чистоте;
8. Выдавать бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты на работах с вредными условиями труда;
9. Главному инженеру и другим специалистам инженерно-технической службы своевременно и качественно проводить мероприятия по организации охраны труда;
10. Выделить сумму по охране труда в размере 0,7 % от эксплуатационных расходов,
11. Привлекать к дисциплинарной ответственности лиц, нарушающих технику безопасности.

7.4 Инструкция по охране труда для испытателя двигателей

7.4.1 Общие требования безопасности

К работе в качестве испытателя двигателей допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр, обучение, прошедшие вводный и первичный инструктаж по охране труда и имеющие I группу по электробезопасности.

Повторный инструктаж по охране труда должен проводиться не реже 1 раза в 3 месяца.

Испытателю двигателя следует помнить, что вследствие невыполнения требований, изложенных в инструкции по охране труда правилах внутреннего трудового распорядка, ПТЭ и ПТБ, при проведении испытания двигателей могут возникнуть следующие опасности: поражение электрическим током, отравление организма выхлопными газами, ожоги, травмирование.

Испытателю двигателей выдаются следующая спецодежда и средства индивидуальной защиты: костюм х/б, рукавицы комбинированные, ботинки кожаные, наушники противошумные.

Испытателю двигателей в помещении испытательной станции запрещается:

1. Хранить легковоспламеняющиеся вещества и материалы;
2. Загромождать проходы;
3. Курить;
4. Хранить продукты питания и принимать пищу на рабочем месте;
5. Допускать в помещение испытательных боксов в процессе испытания двигателя лиц, не связанных с испытанием.

Испытатель двигателей должен соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, выполнять только ту работу, которая ему поручена мастером, при работе быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других.

В случае получения травмы испытатель двигателей обязан обратиться за медицинской помощью, поставить в известность мастера и по возможности, дать письменное объяснение.

Испытатель двигателей несет ответственность за невыполнение требований правил внутреннего трудового распорядка и настоящей инструкции.

7.4.2 Требования безопасности перед началом работы

Одеть положенные спецодежду и средства индивидуальной защиты.

Испытатель двигателей обязан:

1. Проверить внешним осмотром: исправность оборудования защитных кожухов, транспортировочных тележек, инструмента, грузоподъемных средств и механизмов; надежность крепления тормозного устройства и ограждения соединительной муфты к фундаментной плите (раме); надежность крепления испытываемого двигателя к раме для установки двигателей; надежность подсоединения системы трубопроводов;
2. Убедиться в отсутствии посторонних предметов и инструментов на двигателе, в тормозном устройстве, а также в отсутствии течи в разъемах и соединениях топливной, масляной и водяной систем.

7.4.3 Требования безопасности во время работы

Испытатель двигателей обязан:

1. Не загромождать проходы и рабочие места посторонними предметами;
2. Переносить инструмент только в специально оборудованных для этих целей сумках, ящиках, футлярах;
3. Не оставлять при перерывах в работе инструмент в рабочем положении, а укладывать в сумки, футляры или ящики;
4. При снятии двигателя с тележки или испытательного стенда сделать выдержку его в подвешенном состоянии на высоте 5-10 см от верхней плоскости тележки или установочной рамы и только после этого производить подъем двигателя до необходимой высоты;
5. При работающем двигателе следить за нормальной работой вентиляции и всех систем, обслуживающих стенд;
6. При кратковременном пребывании в помещении испытательного стенда (при работающем двигателе) использовать индивидуальные средства защиты от шума, выявление дефектов и осмотр работающего дизельного двигателя производить при минимально устойчивых оборотах коленчатого вала;
7. Для осмотра двигателя пользоваться переносными лампами напряжением не выше 42 В.

Испытателю двигателей запрещается:

1. Работать в неисправных средствах индивидуальной защиты, установленных для данного вида работ;
2. Производить монтажные и демонтажные работы на подвешенном двигателе;
3. Работать на неисправном оборудовании и с неисправным инструментом;
4. Работать при неисправном или недостаточном (при выходе из строя отдельных электроламп) освещении;
5. Производить пуск двигателя другими (кроме воздуха) сжатыми газами;
6. Производить пуск двигателя при откинутых приемных коллекторах системы отвода отработанных газов;
7. Производить пуск двигателя при неработающей вентиляции;
8. Проворачивать коленчатый вал двигателя вручную при включенной подаче топлива;
9. Производить работы по устранению неисправностей, обтирке и подтяжке креплений на работающем двигателе.

При работе с этилированным бензином необходимо соблюдать следующие требования:

1. Работать в положенной спецодежде, не выносить ее с предприятия, не ходить в ней в столовую;
2. Не мыть детали и руки этилированным бензином;
3. Не засасывать при переливе бензина через шланг ртом;
4. После окончания работы, а также перед приемом пищи тщательно мыть руки сначала керосином, а затем водой с мылом.

7.4.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

При нарушении режима работы испытательной станции или аварии испытатель двигателей обязан принять меры к выводу оборудования из работы путем выключения испытательного стенда и перекрытия подачи топлива.

Испытатель должен остановить двигатель, если:

1. Обнаружатся течи в топливных и масляных системах, опасные в пожарном отношении;
2. Резко повышается температура охлаждающей жидкости или масла на выходе.

7.4.5 Требования безопасности по окончании работы

1. Выключить электрическое питание аппаратуры стенда, перекрыть топливные и масляные краны, произвести демонтаж двигателя, заглушить все монтажные трубопроводы;
2. Произвести проверку технического состояния оборудования систем испытательного бокса и подготовить его к дальнейшей эксплуатации.

Привести в порядок рабочее место, вымыть руки и лицо теплой водой с мылом или принять душ.

7.5 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность в ГУП УР ИПОПАТ обеспечивается соблюдением нормативов пожарной безопасности. В цехах и на участках предприятия приказом назначены ответственные лица. Инженер по охране труда, лицо ответственное за охрану труда и пожарную безопасность осуществляют контроль за соблюдением правил хранения пожарного инвентаря, техники, а также качеством подготовки кадров.

На предприятии действует инструкция по правилам пожарной безопасности, согласно которой каждый работник несет ответственной за обеспечение пожарной безопасности на своем рабочем месте. Рабочий обязан своевременно очищать свое рабочее место, разлитый ГСМ засыпают песком или опилом, после чего убирают. Курить разрешается только в специально отведенных для этого местах. Каждый должен уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения. Запрещается загораживать проходы и проезды. Автомобили должны быть обеспечены порошковыми огнетушителями, лопатами и т.п.

Производственные помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения. На каждые 100 м2 производственной площади выделяется один огнетушитель, оборудованы пожарные посты (щиты), где имеются лопаты, ведра, топоры, багры, огнетушители, пожарные рукава со стволом и уплотнительными кольцами. Здесь же должен иметься ящик с песком.

В автомобильных гаражах нужно вести доски пожарного расчета: табеля с указанием расчета и инструкций.

На видном месте вывешивается план-схема расположения объектов и зданий, водоисточников, путей движения автомобилей, а также план эвакуации, который вывешивается в каждом здании.

Пожарные гидранты должны быть исправны и не должны загромождаться посторонними предметами, они устанавливаются на расстоянии не более 100 м один от другого.

При возникновении пожара, на любом объекте предприятия, немедленно вызвать пожарную службу по телефону «01» и до ее прибытия приступить к тушению пожара.

Потребное число огнетушителей для моторного участка определим по формуле:

*N*0 = *m*0 · *S*, (7.6)

где *m*0 – нормированное число огнетушителей на 1 м2, *m*0 = 0,01;

*S* – площадь моторного участка, *S* = 252 м2.

*N*0 = 0,01 · 252 = 2,52

Принимаем 3 огнетушителя марки ОХП-10.

Моторный участок относят к категории В и 1 класса по степени пожаро- и взрывоопасности.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение принимаем 10 л/с.

Расход воды (м3/ч) на наружное и внутреннее пожаротушение рассчитаем по формуле:

*Q* = 3,6 · *n* · *Т*п · *П*п, (7.7)

где *n* – удельный расход воды на внутреннее и наружное пожаротушение, л/с;

*Т*п – время пожара, *Т*п = 3…4 ч;

*П*п – число одновременных пожаров, *П*п = 1…3.

*Q* = 3,6 · 10 · 3 · 2 = 216 м3/ч

На каждый производственный участок должен устанавливаться металлический ящик с крышкой для сбора использованной ветоши.

Напряжение сети переносных приборов должно быть не более 36 В.

8. Охрана окружающей среды

Охрана природы – это актуальная проблема нашей современной жизни, дело государственной важности.

Объектом загрязнения окружающей среды в ремонтных мастерских является мойка машин и их деталей. Кроме того, немалым источником загрязнения окружающей среды могут быть плохая организация труда при использовании и хранении нефтепродуктов, утилизация выбракованных деталей и захоронение жидких и твердых отходов. В настоящее время все большим источником загрязнения является бурно развивающийся автомобильный транспорт, и его действие на окружающую среду тем сильнее, чем более неправильно отрегулированы системы питания и выпуска отработавших газов автомобилей. Поэтому велика роль диагностики автомобилей в деле сохранения чистоты воздушного бассейна и окружающей природы.

В целях охраны природы от вредного воздействия загрязнения, выделяемого автомобильными предприятиями, необходимо совместно с Санэпидемстанцией тщательно проработать вопросы нейтрализации, утилизации или захоронения вредных отходов, образующихся в результате ремонта, очистки, мойки и эксплуатации автотранспорта. Эти вопросы полностью или частично можно решить с помощью следующих мероприятий:

- приобретение оборудования и приборов контроля загрязнения атмосферного воздуха;

- совершенствования конструкций оборудования, агрегатов, газоотвода, вентиляции и кондиционирования;

- оснащения автотранспорта нейтрализаторами выхлопных газов;

- организация санитарно-защитных зон, озеленение территории;

- оснащение контрольно-регулировочных пунктов по проверке и снижению токсичности отработавших газов автомобилей приборами контроля выбросов и диагностической аппаратурой;

- разработка и совершенствование методов и оборудования по очистке и повторному использованию сточных вод, очистке отработавших газов, утилизации и обезвреживанию отходов;

- инвентаризация выбросов, сбросов, отходов производства, разработка нормативов ПДВ, ПДС при наличии положительного согласования органов Санэпидемнадзора и Облкомприроды.

Большое оздоровляющее и эстетическое значение имеют зеленые насаждения: деревья, кустарники, газоны. Зеленые насаждения снижают скорость ветра на 30-40 %, понижают температуру воздуха в жару и увеличивают его влажность на 12-15 %, а также задерживают до 90 % пыли и уменьшают шум на 14-15 дБ.

Оазисами здоровья считаются газоны. С каждого квадратного метра поверхности газона испаряется до 200 мл воды, что значительно увлажняет воздух. Газоны также поглощают значительное количество пыли, уменьшают шум и вибрацию при движении транспорта.

9. Технико-экономическая оценка проекта

9.1 Эффективность освоения в производстве средств технического обслуживания и ремонта

Технологические и управленческие аспекты ТО и ТР позволяют не только конкретизировать адрес неисправности или отказа и объективно оценить качество выполненных работ при техническом воздействии, но и правильно организовать технологический процесс, рационально распределить материальные и трудовые ресурсы, исключить большие объемы разборочно-сборочных и демонтажно-монтажных работ по агрегатам и автотранспорту в целом, которые наблюдаются при отыскании причин отказа.

ТО и ТР, кроме того, дает социальный и экологический эффект.

Социальный эффект состоит в том, что более полно и своевременно удовлетворяются растущие потребности населения в перевозках с уверенностью в безопасности движения.

Чрезвычайно важным аспектом ТО и ТР является проблема снижения и бережного расходования топливных и энергетических ресурсов страны. Для автомобильного транспорта – одного из основных потребителей топлива – это проблема особенно актуальна, а средства ТО и ТР способствуют ее решению.

Опыт освоения и использования средств ТО и ТР в практике работы автотранспортных предприятий в различных городах страны позволил установить следующие среднестатистические данные эффективности ТО и ТР: сокращаются трудовые расходы на 5 %, расход запасных частей и материалов на 10 %, топлива на 2-3 %, шин на 2 %. Кроме того, уменьшается число дорожно-транспортных происшествий, снижается вредное влияние отработавших газов на природу и т.д.

Приведенные выше цифры уменьшение расходов на топливо и шины по своим абсолютным значениям незначительны. Однако процент экономии топлива выше и может достигать 8…25 % за счет индивидуального подхода в регулировках двигателя. Например, проверка и регулировка систем питания, зажигания, состава выхлопных газов при комплексной оценке мощностных качеств двигателя в режиме холостого хода позволяет, установить оптимальные значения параметров этих систем и тем самым сэкономить от 3 до 9,5 % топлива при движении автомобиля на загородных маршрутах и до 25 % в условиях городского движения (с остановками перед перекрестками и последующим разгоном).

На топливную экономичность существенное влияние оказывает техническое состояние двигателя, правильность регулировки угла зажигания (для карбюраторных двигателей) и угла начала впрыскивания топлива (для дизельных двигателей) и т.д. При тщательной их регулировке расход топлива снижается на 7 %. При правильном соблюдении режимов обкатки и испытаний двигателя улучшается приработка деталей с минимальным износом.

В оценке эффективности освоения и эксплуатации средств ТО и ТР есть ряд недоработок, объясняемых в основном отсутствием системы учета ее влияния на технико-экономические показатели работы автотранспорта предприятия. Главными показателями эффективности ТО и ТР автомобилей являются повышение качества технического воздействия и, следовательно, эксплуатационной надежности автомобилей, культуры производства, а также ее информационная значимость в деле управления производственными процессами.

Эффективность использования средств ТО и ТР может быть выявлении лишь в том случае, если обеспечен их обоснованный выбор применительно к подвижному составу, подготовлена производственная площадь для размещения моторного участка, ведется подготовка кадров.

С целью обеспечения методичного единого подхода к расчету следует пользоваться методикой, которая изложена в «Указаниях по расчету экономической эффективности от использования средств технического обслуживания и ремонта на АТП».

Показатели экономической эффективности от использования средств ТО и ремонта следующие: фондоемкость ремонта и фондоотдача, производительность труда, себестоимость и рентабельность, уровень приведенных затрат, размер годовой экономии и годовой экономический эффект, срок окупаемости и коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений.

9.2 Расчет стоимости основных производственных фондов и дополнительных капитальных вложений

Стоимость основных производственных фондов находится из выражения, руб.:

*С*опф = *С*зд + *С*об + *С*пп + *С*'зд + *С*'об + *С*'пп, (9.1)

где *С*зд, *С*'зд – стоимость имеющегося и дополнительно проектируемого или реконструированного задания, руб.;

*С*об, *С*'об – стоимость имеющегося и дополнительного вновь вводимого оборудования, руб.;

*С*пп, *С*'пп – стоимость имеющихся и вновь вводимых в производство приспособлений и инструментов, руб.

Стоимость дополнительного оборудования, руб.:

*С*'об = *Ц*об · *I*ц · *К*кц, (9.2)

где *Ц*об – оптовая цена определенного оборудования по прейскуранту, руб./ед.;

*I*ц – коэффициент изменения цен в периоде, *I*ц = 1,5%

*К*кц – коэффициент дополнительных затрат, включающих торговую наценку, установку и обкатку оборудования, равный 1,32…1,60.

*С*'об = 36000 · 1,5 · 1,4 = 75600 руб.

Определим стоимость дополнительных приспособлений, инструмента и инвентаря по формуле:

*С*'пп = *С*пп уд · *I*ц · *F*, (9.3)

где *С*пп уд – удельные затраты на приспособления, инструменты и инвентарь в расчете на 1 м2 площади, руб.;

*F* – площадь моторного участка, м2.

*С*'пп = 25 · 1,5 · 288 = 10800 руб.

Подставим в формулу (9.1) найдем значение:

*С*опф = 1500000 + 1300000 + 50000 + 75600 + 10800 = 2936400 руб.

Вычислим дополнительные капитальные вложения по формуле:

*К*доп = *С*'об + *С*'пп, (9.4)

*К*доп = 75600 + 10800 = 86400 руб.

9.3 Калькуляция себестоимости продукции моторного участка АТП

Полная себестоимость продукции определяется по формуле:

*С* = (*С*зп нач. + *С*зч + *С*рм + *С*оп + *С*ох + *С*вн + *С*н)/*N*, (9.5)

где *С*зп нач. – тарифный фонд оплаты труда рабочих моторного участка с начислениями, руб.;

*N* – количество условных обслуживаний, усл.обсл.

*С*зп нач. = (*С*пр + *С*доп) · *К*соц, (9.6)

где *С*пр – тарифный фонд оплаты труда, руб.;

*С*пр = *z*ч · *Т* · *К*т, (9.7)

где *z*ч – часовая тарифная ставка по среднему 4 разряду, руб./чел.-ч;

*Т* – общая трудоемкость ремонтно-технических работ, чел.-ч;

*К*т – коэффициент, учитывающий доплату к основной заработной плате за сверхурочные и другие работы, равный 1,05…1,10.

Часовую тарифную ставку по 4 разряду определим по формуле:

*Z*ч = (*z* · *N*'р)/*N*р, (9.8)

где *z* – часовая тарифная ставка для оплаты труда рабочих 4 разряда, руб./чел.-ч;

*N*'р – количество рабочих 4 разряда, чел.;

*N*р – общая численность работников моторного участка, чел.

*Z*ч = (4,82 · 5)/10 = 2,41 руб./чел.-ч

Подставим данное значение в формулу и определим тарифный фонд оплаты труда:

*С*пр = 2,41 · 3725,3 · 1,1 = 9875,8 руб.

Определим дополнительную оплату по формуле:

*С*доп = (*С*пр ∙ *У*доп)/100, (9.9)

где *У*доп – дополнительная плата в % к тарифному фонду, составляющая

55…80 %.

*С*доп = (9875,8 ∙ 70)/100 = 6913,1 руб.

Подставим значения *С*пр и *С*доп в формулу:

*С*зп нач. = (9875,8 + 6913,1) ∙ 1,36 = 22832,9 руб.

Определим затраты на запасные части, руб.:

*С*зч = 156370 руб.

Затраты на ремонтные материалы, руб.:

*С*рм = 0,01 ∙ *С*зч ∙ *У*рм, (9.10)

где *У*рм – затраты на ремонтные материалы в % к затратам на запчасти, равный 5…6 %.

*С*рм = 0,01 ∙ 156370∙ 5 = 7818,5 руб.

Общепроизводственные накладные затраты берутся в % от суммы предыдущих (19 %), т.е.

*С*рм = (22832,9 + 156370 + 7818,5) ∙ 0,19 = 35534,1 руб.

Общехозяйственные расходы определим по формуле:

*С*ох = 0,01 ∙ *С*зп нач. ∙ *У*ох, (9.11)

где *У*ох – общехозяйственные расходы, соответствующие 55…75 % от затрат на оплату труда рабочих с начислениями.

*С*ох = 0,01 ∙ 22832,9∙ 60 = 13699,74 руб.

Внепроизводственные расходы определим по формуле:

*С*вн = 0,01 ∙ (*С*п + *С*оп + *С*ох) ∙ *У*вн, (9.12)

где *С*п – сумма прямых затрат, руб.;

*С*оп – сумма общепроизводственных расходов, руб.;

*С*ох – общехозяйственные расходы, руб.;

*У*вн – внепроизводственные расходы, 0,5…1,0 %.

*С*вн = 0,01 ∙ (21440,9 + 35534,1 + 13699,74) ∙ 0,8 = 565,4 руб.

Нормативные накопления принимаются в размере 5…8 % от суммы всех затрат, т.е.

*С*н = (*С*зп нач. + *С*зч + *С*рм + *С*оп + *С*ох + *С*вн) ∙ 0,8, (9.13)

*С*н = (22832,9 +156370 + 7818,5 + 35534,1 + 13699,74 + 565,4) ∙ 0,8 =

= 18945,65 руб.

Подставим в формулу все выше найденные значения и определим себестоимость продукции:

*С* = (22832,9 +156370 + 7818,5 + 35534,1 + 13699,74 +

+ 565,4 + 18945,65)/250 = 1023,1 руб.

9.4 Расчет других показателей экономической эффективности ремонта или технического обслуживания

Интенсивность использования производственной площади, руб./м2:

*У* = (*Ц*отп ∙ *N*)/*F*зд, (9.14)

где *Ц*отп – отпускная цена ремонта (ТО), изделия, руб./ед.;

*F*зд – производственная площадь здания, м2.

*У* = (15000 ∙ 250)/288 = 13020,83 руб./м2

или

*У* = 250/288 = 0,87 ед./м2

Вычислим фондоотдачу из выражения:

*F*отд = (*Ц*отп ∙ *N*)/*С*опф, (9.15)

где *С*опф – стоимость основных производственных фондов по проекту, руб.

*F*отд = (15000 ∙ 250)/2936400 = 1,28

Вычислим фондоемкость, руб./ед. РТО:

*F*е = *С*опф/ *N*, (9.16)

*F*е = 2936400/250 = 11745,6 руб./ед.

Производительность труда, руб./чел.:

*ПТ* = (*Ц*отп ∙ *N*)/*N*р, (9.17)

*ПТ* = (15000 ∙ 250)/10 = 375000 руб./чел.

или

*ПТ* = 250/10 = 25 ед./чел.

Уровень приведенных затрат определим из выражения:

*С*прив = *С* + *Е*н ∙ *К*уд, (9.18)

где *Е*н – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

*К*уд – удельные капитальные вложения или фондоемкость, руб./ед. РТО.

*С*прив = 1023,! + 0,15 ∙ 11745,6 = 2784,94 руб./ед.

Определим годовую экономию из выражения:

*Э*год = (*С*0 – *С*1) ∙ *N*, (9.19)

где *С*0, *С*1 – себестоимость обслуживания, сложившаяся в хозяйстве за последние 3 года и по проекту, руб./ед. РТО;

*N* – программа обслуживания автотранспорта, ед.

*Э*год = (1325,7 – 1023,1) ∙ 250 = 75650 руб.

Вычислим годовой экономический эффект:

*Е*год = *Э*год – *Е*н ∙ *К*доп, (9.20)

где *К*доп – сумма дополнительных капитальных вложений по дипломному проекту, руб.

*Е*год = 75650 – 0,15 ∙ 86400 = 62690 руб.

Определим срок окупаемости дополнительных капитальных вложений по формуле:

*Т*ок = *К*доп/*Э*год, (9.21)

*Т*ок = 86400/75650 = 1,14 года

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определим по двум следующим формулам:

*Е*эф = *Э*год/*К*доп = 1/*Т*ок, (9.22)

*Е*эф = 1/1,14 = 0,88

Так как величина *Е*эф больше установленного нормативного *Е*н, который равен 0,15, то рассматриваемый вариант капитальных вложений эффективен.

Результаты расчетов занесем в таблицу 9.1.

Таблица 9.1. Показатели экономической эффективности проекта.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателя | В АТП за 2003-2005 г. | Проектный |
| 1. Интенсивность использования производственной площади, руб./м2 | 16218,93 | 13020,83 |
| 1. Фондоотдача | 1,6 | 1,28 |
| 1. Фондоемкость, руб./ед. ТРО | 14630,5 | 11745,6 |
| 1. Производительность труда, руб./чел. | 467105 | 375000 |
| 1. Себестоимость, руб./ед. РТО |  |  |
| 1. Приведенные затраты, руб./ед. РТО | 3468,96 | 2784,94 |
| 1. Годовая экономия, руб. |  | 75650 |
| 1. Годовой экономический эффект, руб. |  | 62690 |
| 1. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет | 1,42 | 1,14 |
| 1. Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений | 0,7 | 0,88 |

Заключение

Анализ деятельности подвижного состава в ГУП УР ИПОПАТ показал, что на предприятии не должным образом проводятся работы по техническому обслуживания и ремонту ДВС, что значительно увеличивает затраты на ТО и ремонт автомобилей.

Разработка конструкции, рамы и соединительного устройства, обкаточно-тормозного стенда в дипломном проекте позволит значительно увеличить пробег автомобилей, повысить мощностные данные двигателей в результате качественного проведения режимов обкатки и испытания; повысится коэффициент выпуска подвижного состава; уменьшится время на технологические операции, связанные с обкаткой и испытанием ДВС, что в свою очередь влияет на производительность, трудоемкость и прибыль.

Предложенные мероприятия по охране труда позволят снизить количество травм и несчастных случаев при проведении технического обслуживания и ремонта ДВС.

Список использованной литературы

1. Королев Н.К. Обеспечение эксплуатационной надежности автотранспортных средств. – Кишинев, 1988.
2. Кравчик А.Э. и др. Асинхронные двигатели серии 4А. Справочник. – М.: Энергоиздат, 1982.
3. Третьяков А.М., Петров А.Д. Справочник молодого слесаря по технического обслуживанию и ремонту автомобилей. – М.: Высшая школа, 1980.
4. Черепанов С.С. Оборудование для текущего ремонта. – М.: Колос, 1981.
5. Брауде В.И. Справочник по кранам. – Л., 1988.
6. Татаринов В.Ф. От ГАЗ-03-30 до Икарусов. Проспект. – Ижевск: Госкомиздат, 1987.
7. Гапонов В.Д. Оборудование и оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей. – Л., 1990.
8. Ульман И.Е. Техническое обслуживание и ремонт машин.- М.: Агропромиздат, 1990.
9. Колчин А.В., Бобоков Ю.К. Новые средства и методы диагностирования автотранспортных двигателей. – М.: Колос, 1982.
10. Власов Н.С. Организация производства сельскохозяйственных предприятий. – М.: Колос, 1982.
11. Призманов А.М. Проектирование организации строительства транспортных и ремонтных зданий. – М., 1992.
12. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1982.
13. Гуревич Д.Ф., Цирин А.А. Повышение качество ремонта техники в мастерских хозяйств. – Л.: Лениздат, 1984.
14. Баер В.Г., Масино М.А., Маслов Н.Н. Слесарь по ремонту автомобилей и тракторов. – М.: Машгиз, 1963.
15. Суханов Б.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Пособие по дипломному проектированию. – М.: Транспорт, 1991.
16. Жигарев В.П. Расчетные и экспериментальные исследования эксплуатационных параметров автотранспортных средств. – М.: МАДИ, 1987.
17. Канарев Ф.М. Охрана труда. – М.: ВО Агропроиздат, 1988.
18. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. Учебное пособие. – М.: Челябинск, 2003.
19. Митрохин Н.Н. Проектирование автотранспортных предприятий. – М.: МАДИ, 1988.
20. Горячев А.Д. Совершенствование технологии авторемонтных работ. – М.: Агропромиздат, 1989.
21. Похобов В.И. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей. – Минск, 1988.
22. Инструкция по ремонту и эксплуатации автобусов Икарус-255.70. – Будапешт, Венгрия, 1979.
23. Инструкция по эксплуатации и обслуживанию автобусов Икарус-250.59, Икарус-256.54, Икарус-260.27 и Икарус-280.33. – Будапешт, Венгрия, 1987.
24. Филатов Л.С. Безопасность труда на АТП. – М.: Росагропромиздат, 1988.
25. Могила В.П. Предупреждение производственных травм на автотранспортных предприятиях. – М.: Транспорт, 1983.
26. Мартыненко И.И. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов. – М.: Агропромиздат, 1985.
27. Ачкасов К.А. Справочник начинающего слесаря. – М.: Агропромиздат, 1987.
28. Белкин И.М. Допуски посадки. – М.: Машиностроение, 1992.
29. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1989.
30. Кочетов В.Т. Сопротивление материалов. – Р.: Ростунивериздат, 1987.
31. Гастев В.А. Краткий курс сопротивления материалов. – М., 1977.
32. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976.